

ADAMS & WILKS
ATTORNEYS AND COUNSELORS AT LAW
50 BROADWAY
31st FLOOR
NEW YORK, NEW YORK 10004



BRUCE L. ADAMS
VAN C. WILKS*

JOHN R. BENEFIEL*
PAUL R. HOFFMAN
TAKESHI NISHIDA
FRANCO S. DE LIGUORI*

*NOT ADMITTED IN NEW YORK
*REGISTERED PATENT AGENT

RIGGS T. STEWART
(1924-1993)

TELEPHONE
(212) 809-3700

FACSIMILE
(212) 809-3704

October 8, 2004

COMMISSIONER FOR PATENTS
Washington, DC 20231

Re: Patent Application of Masamichi OI et al.
Serial No. 10/612,567 Filing Date: July 2, 2003
Examiner: Nikita Wells Group Art Unit: 2881
Docket No. S004-5063

S I R:

The above-identified application was filed claiming the right of priority based on the following foreign application(s).

- | | |
|---|--------------------|
| 1. Japanese Patent Appln. No. 2002-195065 | filed July 3, 2002 |
| 2. Japanese Patent Appln. No. | filed |
| 3. Japanese Patent Appln. No. | filed |
| 4. Japanese Patent Appln. No. | filed |
| 5. Japanese Patent Appln. No. | filed |
| 6. Japanese Patent Appln. No. | filed |
| 7. Japanese Patent Appln. No. | filed |
| 8. Japanese Patent Appln. No. | filed |
| 9. Japanese Patent Appln. No. | filed |
| 10. Japanese Patent Appln. No. | filed |
| 11. Japanese Patent Appln. No. | filed |

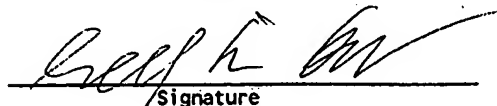
Certified copy(s) are annexed hereto and it is requested that these document(s) be placed in the file and made of record.

MAILING CERTIFICATE

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first-class mail in an envelope addressed to: COMMISSIONER OF PATENTS & TRADEMARKS, Washington, DC 20231, on the date indicated below.

Kelly Eric Bowman

Name


Signature

October 8, 2004

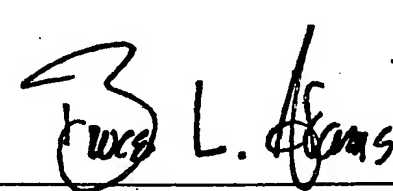
Date

BLA:
Enclosures

Respectfully submitted,

ADAMS & WILKS
Attorneys for Applicant(s)

By:


Bruce L. Adams
Reg. No. 25,386

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日 2002年 7月 3日
Date of Application:

出願番号 特願2002-195065
Application Number:

[ST. 10/C]: [JP 2002-195065]

願人 エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2004年 8月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願

【整理番号】 02000539

【提出日】 平成14年 7月 3日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G03F 1/08

【発明者】

 【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインス
 ツルメンツ株式会社内

 【氏名】 大井 將道

【発明者】

 【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインス
 ツルメンツ株式会社内

 【氏名】 麻畑 達也

【特許出願人】

 【識別番号】 000002325

 【氏名又は名称】 セイコーインスツルメンツ株式会社

 【代表者】 入江 昭夫

【代理人】

 【識別番号】 100096378

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 坂上 正明

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 008246

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0103799

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 微細ステンシル構造修正装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 荷電粒子ビームを照射走査して、微細ステンシル構造試料の欠陥個所の形状をエッチング及び／又はデポジション機能によって修正する装置において、ビーム源から見て試料の後方に透過ビームを検出する手段を設置したことを特徴とする微細ステンシル構造修正装置。

【請求項 2】 試料の後方に設置した透過ビームを検出する手段が、吸収電流検出器であることを特徴とする請求項 1 に記載の微細ステンシル構造修正装置。

【請求項 3】 荷電粒子ビームが集束イオンビームであり、試料の後方に設置した透過ビームを検出する手段が、2 次電子を放出するビームターゲットと二次荷電粒子検出器で構成されたものであることを特徴とする請求項 1 に記載の微細ステンシル構造修正装置。

【請求項 4】 加工用一次ビームの他に観察用一次ビームとして走査型透過電子顕微鏡機能を備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の微細ステンシル構造修正装置。

【請求項 5】 加工用一次ビームの他に観察用一次ビームとして透過型電子顕微鏡機能を備え、試料の後方に設置した透過ビームを検出する手段が微細ステンシル構造試料の透過穴を透過した透過電子を拡大投影するレンズ系と投影板であることを特徴とする請求項 1 に記載の微細ステンシル構造修正装置。

【請求項 6】 加工用一次ビームの荷電粒子鏡筒と観察用一次ビームの電子鏡筒とを微細ステンシル構造試料を挟んで対向して配置し、互いの透過ビーム検出器が他方のビーム照射の障害とならないように不使用時には退避可能形態で設置したことを特徴とする請求項 4 に記載の微細ステンシル構造修正装置。

【請求項 7】 試料の後方に設置した透過ビームを検出する手段が、吸収電流検出器と 2 次電子を放出するビームターゲット機能を切替え可能にするものであることを特徴とする請求項 4 乃至 6 のいずれかに記載の微細ステンシル構造修正装置。

【請求項 8】 試料の後方に設置した透過ビームを検出する手段が、吸収電流検出器と 2 次電子を放出するビームターゲット機能を果たすものであり、その機能切替えと他のビーム放射の障害とならないための 3 つの位置をとることを特徴とする請求項 6 に記載の微細ステンシル構造修正装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子ビーム露光用（Electron beam Projection Lithography：E P L）ステンシルマスクのような微細ステンシル構造を持つ試料の形状欠陥修正の技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

パソコンや携帯電話といった最近の電子機器の小型高性能化を可能にしたのは L S I の高密度化、システム化によるところが大きい。僅か数ミリ四方の半導体チップに数百万個以上の素子が詰め込まれる状況中で回路パターンを描く線幅もミクロンからナノのオーダーになってきており、それを実現するためのリソグラフィの技術開発が繰り広げられている。今までのリソグラフィの主流は光リソグラフィ技術であったが、パターンの微細化に対応して使用する光の波長も極力短いものとし、短波長のレーザを用いて行なうことになるが、その加工も光学系やレジストの問題があって、光露光装置による微細化への対応はそろそろ限界というところにきている。そこで、光に代わって将来性を有望視されているのが電子ビームや極短紫外線を線源とする技術である。

その電子ビームを線源とするリソグラフィにおいて用いられる電子ビーム露光用マスクの欠陥の有無、場所、形状は、実際の露光装置での露光試験や、電子顕微鏡のような電子ビーム装置の透過像観察により判断される。欠陥が発見された電子ビーム露光用マスクは、集束イオンビーム（Focused Ion Beam：F I B）装置のエッチング機能を利用した付着異物の除去（黒欠陥修正）とイオンビーム誘起デポジション機能を利用した欠落部付加加工（白欠陥修正）によって欠陥が修正される。また、集束イオンビームを電子ビーム露光用マスク表面（試料表面）

に照射走査して、試料面から発生する二次荷電粒子（例えば二次電子、二次イオン等）を試料表面よりも前方（イオン源側）に設置された二次荷電粒子検出器により検出し、その試料表面の情報から走査イオン顕微鏡（Scanning Ion Microscope：S I M）像を得て、欠陥の場所や形状を判断し、加工の進み具合を観察し、欠陥修正実施後の形状確認をして目的の加工が完了したかを判断している。

【0003】

ところが、この電子ビーム露光用マスクは、電子線に対する非透過性を実現するために、露光に使用する電子ビームのエネルギーと電子ビーム露光用マスクの材質に応じて、ある程度の厚みが必要であるが、露光パターンルールの微細化に対応するため電子線を透過するための開口部は狭くなるので、幅に対する厚さ寸法は高アスペクト比の微細ステンシル構造となっている。高アスペクト比の構造になればなるほど、開口部の表面から奥深い部分にある欠陥部分はイオンビーム照射により発生する二次電子が検出器に届き難くなって十分な電子捕捉ができないうために、表面方向からのS I M像では観察が難しい。すなわち、深い穴若しくは深い溝部の底の方からの2次電子はマスク表面の開口部を経て検出器まで届き難く、従来のS I M像から欠陥修正部の形状を正確に判別することが困難であった。そのため、奥深い部分の仕上がり形状を正確に確認することができず、そのため加工残しが生ずるという問題が発生することになる。

また、粒子径と質量の大きいイオンビームとそれらが小さい電子ビームでは、試料（電子ビーム露光用マスク）に対する透過特性が異なっており、イオンビームがより深い部分の素材から2次電子を叩き出すことができることを利用した、3次元的な欠陥構造を正確に把握する技術や、欠陥修正結果についての3次元的な評価（検査）を行う技術についても、この高アスペクト比の厚い試料（微細ステンシル構造）に関して深い部分の検査は表面方向からのS I M像観察のみでは困難である。

【0004】

F I Bにより欠陥修正を行なった電子ビーム露光用マスクに対して、同じF I B装置による顕微鏡観察で修正後の形状を検査、確認することが前述のように困難であるため、結局、露光装置や透過電子顕微鏡（T E M）、あるいは、走査電

子顕微鏡（SEM）などの他の電子ビーム装置での評価検査（露光形状、投影像、SEM像による表面形状の確認）が行われることになるが、このような装置間にまたがった、修正、検査のサイクルを繰り返すことは、試料を一方の装置の真空チャンバから取出して他方の真空チャンバに移し、環境状態を整えると共に位置合わせを行ない加工・検査を実行するという煩雑な手間と時間がかかり、また、試料の移動に伴いゴミ付着による新たな欠陥を生み出す恐れがある。

また、電子ビームにより検査を行なう場合、表面形状を観察するためのSEM像と、開口部の投影像に対応する透過像を観察することが必要である。従って、電子ビームはマスク表面に直交方向から入射しなければならないわけであるが、電子ビームを電子ビーム露光用マスク表面に垂直入射するために、例えば、図10のAに示す従来のFIB-SEMデュアル装置のようにFIB鏡筒1とSEM鏡筒11をある角度（例えば55°）で取り付けした装置では、修正（図のA）、検査（図のB）の切り替え時に、図に示したようにステージ30を大きく傾斜することが必要となるし、図10のCに示すFIB鏡筒1とSEM鏡筒11が物理的に干渉しないように、ある距離だけ離して設置した形態の場合にも、修正時のCから検査時のDに示すようにステージ30を水平方向へ大きく移動させることが必要となる。これら従来のFIB-SEMデュアル装置は試料を装置間で移動する必要がある点で、ゴミ付着問題や操作時間短縮に対しては有利であるが、欠陥修正のためのイオンビームについても、加工後の壁面の垂直性を実現するために、マスク表面に対して垂直に入射することが厳密に要求され、試料ステージを大きく動かさなければならないので、加工精度の点で不利である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

以上のような諸問題を踏まえ、本発明の課題は、微細ステンシル構造の電子ビーム露光用マスクにおける欠陥を修正加工するだけで無く、開口部の表面から奥深い部分にある欠陥部分を顕微鏡像に捕え観察することができる集束イオンビーム装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の微細ステンシル構造修正装置は荷電粒子ビームを照射走査して、微細ステンシル構造試料の欠陥個所の形状をエッチング及び／又はデポジション機能によって修正する装置において、ビーム源から見て試料の後方に透過ビームを検出する手段を配置するようにしたものであって、当該検出手段として吸収電流検出器や透過ビームターゲットと二次荷電粒子検出器の組合せを採用するものである。

また、FIBによる加工の後、微細ステンシル構造試料を装置の外へ出すことなく、しかも試料の移動を極力抑えて加工結果を確認するための走査電子顕微鏡（SEM）、走査透過電子顕微鏡（STEM）または透過電子顕微鏡（TEM）の鏡筒を同じFIB鏡筒と同一の真空チャンバーに設置する。また、観察用一次ビームとして透過型電子顕微鏡機能を備え、試料の後方に設置した透過ビームを検出する手段として透過電子を拡大投影する蛍光板等の投影板を採用した。

加工用一次ビームと観察用一次ビームを微細ステンシル構造試料をはさんで対向して配置し、互いの透過ビーム検出器が他方のビーム照射の障害となることをさけるため不使用時には退避可能形態で設置した。

試料の後方に設置した透過ビームを検出する手段が、吸収電流検出器と2次電子を放出するビームターゲット機能を果たすものであり、その機能切替えと他のビーム放射の障害とならないための3つの位置をとれる形態で設置した。

【0007】

【発明の実施の形態】

図2のAに示すようなアスペクト比が高い微細ステンシル構造の電子ビーム露光用マスクにおける表面に近い部分の欠陥は走査型イオン顕微鏡（SIM）で観察することが可能であるが、Bに示すように開口部の表面から奥深い部分にある欠陥部分は検出器が二次荷電粒子を検出して顕微鏡像で観察することができない。このような欠陥を観察するためには透過型電子顕微鏡を用い透過像で観察することが可能である。しかし、前述したように集束イオンビーム（FIB）装置で欠陥を修正しては、当該試料を透過型電子顕微鏡に移し検査を行なっていたのでは不具合である。そこで本発明では、アスペクト比が高い微細ステンシル構造の電子ビーム露光用マスクにおける開口部の表面から奥深い部分にある欠陥を顕微

鏡像に捕え観察することができるようにするため、透過像を観察できる機能をFIB装置自体にもたせることに想到したものであって、これは被検査体である電子ビーム露光用マスク（例えばEPLマスク, LEEP Lマスク等）が貫通構造であることを利用したのである。

【0008】

図1のAに本発明の基本構成を示す。欠陥修正のためのFIB鏡筒1と試料のマスク3を固定、移動するための試料ステージ30、集束イオンビーム2を受け試料3から叩き出された2次荷電粒子を検出する2次荷電粒子検出器4と図示していないガス銃の構成は従来のFIB装置の構成と同じである。本発明に特有の構成は試料ステージ30の背後に設置した2次電子発生用ターゲット6とそのターゲット6から叩き出された2次荷電粒子を検出する2次荷電粒子検出器5の配備にある。また、前記試料ステージ30は、上下方向からの一次ビーム（イオン、電子）の入射、及び、上下方向でのこれらの一次ビームの透過粒子の検出や二次粒子の検出を行なうために、中央部分は穴開き構造となっている。また、前記試料ステージ30は、加工形状の垂直性を実現するために、任意方向に対して、マスクの傾斜角を制御できる機能を持っている。

FIB鏡筒1から照射されたイオンビーム2は、試料ステージ30の背後に設置した2次電子発生用ターゲット6に到達し、その部分から2次電子を叩き出し、該電子は2次荷電粒子検出器5によって検出される。その検出信号をビーム偏向情報に対応させて走査画像を表示させると図2のBに示したような透過像が得られる。これは透過画像であるから、電子ビーム露光用マスクにおける開口部の表面から浅い位置の欠陥も奥深い部分にある欠陥も同様に検出できる。

図1のBに示したものは2次電子発生用ターゲット6に換えて透過プローブ電流検出器7を試料ステージ30の背後に設置し、2次荷電粒子検出器5に換えて透過プローブ電流検出器7で検出した電流値を測る微少電流計8を備えたものである。FIB鏡筒1から照射されたイオンビーム2は、試料ステージ30の背後に設置した透過プローブ電流検出器7に到達し、荷電粒子であるイオンを受けて流れる微少電流を微少電流計8で計測する。その計測信号をビーム偏向情報に対応させて走査画像を表示させるとこれも図2のBに示したような透過像が得られる。

これは透過画像であり、電子ビーム露光用マスクにおける開口部の表面から浅い位置の欠陥も奥深い部分にある欠陥も同様に検出できる。

以上の例は欠陥修正を行なう F I B 鏡筒と試料を観察する検査用の F I B 鏡筒を兼用させ、試料を観察する際には試料ステージ30の背後に設置した透過ビームの検出器を用いるようにしたもので、修正加工に際しても、検査に際しても試料3を移動させる必要がないため、煩雑な手間と時間が省け、また、試料の移動に伴いゴミ付着による新たな欠陥を生み出す恐れもない。

ここでは試料の後方に設置した透過ビームを検出する手段として吸収電流検出器と2次電子を放出するビームターゲットと二次荷電粒子検出器で構成されたものを示したが、後述の図5に示すような両機能を兼用するものを採用することも可能である。

【0009】

【実施例1】

次に、欠陥修正を行なう F I B 鏡筒と試料を観察する検査用の走査型電子顕微鏡 (S E M) 或いは透過型電子顕微鏡 (T E M) を一つの装置に備えた F I B - S E M (T E M) デュアル装置の例を説明する。図3のAに示したものは欠陥修正を行なう F I B 鏡筒1と、欠陥修正必要個所の確認(3次元修正形状を観察、作成も含む)と修正終了後の検査のための電子ビーム用鏡筒11とを対向した位置に取り付けたマスク欠陥修正装置である。F I B 鏡筒1側に S I M 像を観察するための二次電子検出器4と、対向した位置に取り付けられている電子ビーム用 (E B) 鏡筒11からの電子線でマスクの透過イメージを観察するために使用する2次電子発生用ターゲット12(透過電子検出器)、及び、F I B によるデポジション加工を行う場合に、加工領域に原料用化合物ガスを供給するためのガス銃(図示せず)が取り付けられている。

上記2次電子発生用ターゲット12は、E B 鏡筒11とマスク3を挟んで対向する位置の電子ビーム軌道上に配置されていることが必要となるが、この位置は F I B 鏡筒1とマスク3の間のイオンビーム軌道の位置と重なるので、使用/不使用によって検出器の位置を出し入れすることができる機構を備えるようにする。一方、E B 鏡筒側11には、マスク裏面の S E M 像を観察するための二次電子検出器

5と、マスクを透過してきたイオンビームを検出するための2次電子発生用ターゲット6（透過型検出器）を配置する。この2次電子発生用ターゲット6は電子ビーム軌道上において作動するものであるから、これも使用／不使用によって検出器の位置を出し入れすることができる機構を備える必要がある。

なお、使用／不使用によって検出器の位置を出し入れすることができる機構において、使用時の位置にある検出器は他方のビーム鏡筒へ使用ビームの直接照射を回避するシャッターとしての機能を果たすものともなっている。

【0010】

図3のAに示した状態はFIB鏡筒1からの集束イオンビーム2によってマスク3の表面からの2次電子を二次電子検出器4で検出しSIM像を得ると共に、試料ステージ30の背後に設置した2次電子発生用ターゲット6からの2次電子を二次電子検出器5で検出し透過画像を得ているところである。したがって、2次電子発生用ターゲット12はイオンビーム軌道から外れるように退避位置（不使用）に、2次電子発生用ターゲット6はイオンビーム軌道上来る（使用）ようにそれぞれセットされている。図3のBに示した状態はEB鏡筒11から電子ビームが照射され、マスク3裏面からの2次電子を二次電子検出器5で検出しSIM像を得ると共に、試料3よりFIB鏡筒1側に設置した2次電子発生用ターゲット12からの2次電子を二次電子検出器4で検出し透過画像を得ているところである。この動作時には電子ビームの障害とならないため不使用の2次電子発生用ターゲット6は退避位置に、使用状態の2次電子発生用ターゲット12はビーム軌道位置にセットされる。この例も修正加工に際し、また検査に際し試料3を移動させる必要がないため、煩雑な手間と時間が省け、また、試料の移動に伴いゴミ付着による新たな欠陥を生み出す恐れもない。そして、得られた透過像から、高アスペクト比のマスク3の開口部の表面から奥深い部分にある欠陥部分をも顕微鏡像に確実に捕え観察することができる。

【0011】

【実施例2】

図4に示した例は試料ステージ30の背後に設置した透過イオンビーム検出器として図3の例の2次電子発生用ターゲット6に換えて透過プローブ電流検出器7

を用い、その電流を計測する微少電流計 8 を備えているものである。図中 A は F I B 鏡筒 1 からの集束イオンビームによってマスク 3 の表面からの 2 次電子を二次電子検出器 4 で検出し S I M 像を得ると共に、試料ステージ 30 の背後に設置した透過プローブ電流検出器 7 で検出した電流の値を微少電流計 8 で計測し透過画像を得ているところである。したがって、2 次電子発生用ターゲット 12 はイオンビーム軌道から外れるように退避位置（不使用）に、透過プローブ電流検出器 7 はイオンビーム軌道上にくる（使用）ようにそれぞれセットされている。図 4 の B に示した状態は E B 鏡筒 11 から電子ビームが照射され、試料 3 より F I B 鏡筒 1 側に設置した 2 次電子発生用ターゲット 12 からの 2 次電子を二次電子検出器 4 で検出し透過画像を得ているところである。この動作時には電子ビームの障害とならないため不使用の透過プローブ電流検出器 7 は退避位置にセットされる。この例も修正加工に際し、また検査に際し試料 3 を移動させる必要がないため、煩雑な手間と時間が省け、また、試料の移動に伴いゴミ付着による新たな欠陥を生み出す恐れもない。そして、得られた透過像から、高アスペクト比のマスク 3 の開口部の表面から奥深い部分にある欠陥部分をも顕微鏡像に確実に捕え観察することができる。

【0012】

【実施例 3】

図 5 に示した例は透過電子ビーム検出器として図 4 の例の 2 次電子発生用ターゲット 12 に換えて 2 次電子発生用ターゲット兼透過プローブ電流検出器 14 を用い、その電流を計測する微少電流計 13 を備えているものである。前記 2 次電子発生用ターゲット兼透過プローブ電流検出器 14 は透過プローブ電流検出器としての匡体のビームが照射される側の外表面を 2 次電子発生用ターゲットとして形成されている。図中 A は F I B 鏡筒 1 からの集束イオンビームによってマスク 3 の表面からの 2 次電子を二次電子検出器 4 で検出し S I M 像を得ると共に、試料ステージ 30 の背後に設置した透過プローブ電流検出器 7 で検出した電流の値を微少電流計 8 で計測し透過画像を得ているところである。したがって、2 次電子発生用ターゲット兼透過プローブ電流検出器 14 はイオンビーム軌道から外れるように退避位置（不使用）に、透過プローブ電流検出器 7 はイオンビーム軌道上にくる（使

用) ようにそれぞれセットされている。図 4 の B に示した状態は E B 鏡筒 11 から電子ビームが照射され、試料 3 より F I B 鏡筒 1 側に設置した 2 次電子発生用ターゲット兼透過プローブ電流検出器 14 からの 2 次電子を二次電子検出器 4 で検出し透過画像を得ているところである。図に示されているようにこのときの 2 次電子発生用ターゲット兼透過プローブ電流検出器 14 の位置は、2 次電子発生用ターゲットとして形成された匡体の外表面が電子ビームの照射を受けるようにセットされる。そして、この動作時には電子ビームの障害とならないため不使用の透過プローブ電流検出器 7 は退避位置にセットされる。図 4 の C に示した状態は E B 鏡筒 11 から電子ビームが照射され、試料 3 より F I B 鏡筒 1 側に設置した 2 次電子発生用ターゲット兼透過プローブ電流検出器 14 が透過プローブ電流検出器として機能するように電子ビームを匡体内で受けるようにその位置がセットされる。マスク 3 を透過した電子ビームを 2 次電子発生用ターゲット兼透過プローブ電流検出器 14 が透過プローブ電流検出器として機能し、微少電流計 13 で計測した電流値から透過画像を得ているところである。そして、この動作時には電子ビームの障害とならないため不使用の透過プローブ電流検出器 7 は退避位置にセットされる。この実施例では上記の 3 動作態様を取るために、2 次電子発生用ターゲット兼透過プローブ電流検出器 14 が 2 次電子発生用ターゲットとして機能する位置、透過プローブ電流検出器として機能する位置、そして不使用の退避位置と 3 つの位置に切替えられる。この例も修正加工に際し、また検査に際し試料 3 を移動させる必要がないため、煩雑な手間と時間が省け、また、試料の移動に伴いゴミ付着による新たな欠陥を生み出す恐れもない。そして、得られた透過像から、高アスペクト比のマスク 3 の開口部の表面から奥深い部分にある欠陥部分をも顕微鏡像に確実に捕え観察することができる。

以上の実施例は F I B 鏡筒 1 と E B 鏡筒 11 を試料 3 を挟んで同軸上の対向する位置に設置するものであった。これは試料がマスクであり貫通構造であることにより、試料 3 を移動すること無く修正加工と検査のための観察が実行出来る利点を有するものである。

【0013】

【実施例 4】

以下に示す実施例は従来のFIB-SEMデュアル装置のようにFIB鏡筒1とEB鏡筒11をある角度（例えば55°）で取り付けけた形態とFIB鏡筒1とEB鏡筒11が物理的に干渉しないように、ある距離だけ離して設置した形態の装置である。図6に示したものはFIB鏡筒1とEB鏡筒11をある角度で取り付けけた形態のもので、この実施例の特徴は試料ステージ30と透過ビーム検出器を一体構造とし、透過したイオンビームの検出器と電子ビームの検出器を兼用させた点にある。図中左側の実施例は透過ビーム検出器として2次電子発生ターゲット6(12)を用い、図中右側の実施例は透過ビーム検出器として透過プローブ電流検出器7を用いたものである。図中Aの状態は試料ステージ30を水平状態において真上からの集束イオンビームをマスク3に照射し、その透過ビームを2次電子発生ターゲット6(12)で受け、発生した2次電子を2次電子検出器5で検出してFIB透過像を得ているところである。図中Bの状態は試料ステージ30を傾斜させ試料面に対し垂直方向からの電子ビームをマスク3に照射し、その透過ビームを2次電子発生ターゲット6(12)で受け、発生した2次電子を2次電子検出器5で検出してEB透過像を得ているところである。この図では2次電子検出器5をチャンバに固定するようにしたが、これも試料ステージ30、透過ビーム検出器と一体構造であってもよい。

図中Cの状態は試料ステージ30を水平状態において真上からの集束イオンビームをマスク3に照射し、その透過ビームを透過プローブ電流検出器7で受け、検出した電流を微少電流計8(13)で計測してFIB透過像を得ているところであり、図中Dの状態は試料ステージ30を傾斜させ試料面に対し垂直方向からの電子ビームをマスク3に照射し、その透過ビームを透過プローブ電流検出器7で受け、検出した電流を微少電流計8(13)で計測してEB透過像を得ているところである。

【0014】

【実施例5】

図7に示したものはFIB鏡筒1とEB鏡筒11を所定間隔をあけて取り付けけた形態のもので、この実施例の特徴も試料ステージ30と透過ビーム検出器を一体構造とし、透過したイオンビームの検出器と電子ビームの検出器を兼用させた点で

図 6 の実施例と同様である。図中左側の実施例は透過ビーム検出器として 2 次電子発生ターゲット 6 (12) を用い、図中右側の実施例は透過ビーム検出器として透過プローブ電流検出器 7 を用いたものである。図中 A の状態は試料ステージ 30 を F I B の光学軸上において真上からの集束イオンビーム 2 をマスク 3 に照射し、その透過ビームを 2 次電子発生ターゲット 6 (12) で受け、発生した 2 次電子を 2 次電子検出器 5 で検出して F I B 透過像を得ているところである。図中 B の状態は試料ステージ 30 を E B の光学軸上に移動させて真上からの電子ビームをマスク 3 に照射し、その透過ビームを 2 次電子発生ターゲット 6 (12) で受け、発生した 2 次電子を 2 次電子検出器 5 で検出して E B 透過像を得ているところである。この図では 2 次電子検出器 5 をチャンバに固定するようにしたが、これも試料ステージ 30、透過ビーム検出器と一体構造であってもよい。

図中 C の状態は試料ステージ 30 を F I B の光学軸上において真上からの集束イオンビームをマスク 3 に照射し、その透過ビームを透過プローブ電流検出器 7 で受け、検出した電流を微少電流計 8 (13) で計測して F I B 透過像を得ているところであり、図中 D の状態は試料ステージ 30 を E B の光学軸上に移動させて真上からの電子ビームをマスク 3 に照射し、その透過ビームを透過プローブ電流検出器 7 で受け、検出した電流を微少電流計 8 (13) で計測して E B 透過像を得ているところである。

【 0 0 1 5 】

【実施例 6】

次に示す実施例は電子顕微鏡として上記の S E M 顕微鏡筒ではなく、透過型電子顕微鏡 (T E M) 鏡筒を用いるものである。S E M 画像は偏向走査位置毎の情報を合成して画像化するものであるが、この T E M 画像はビームが透過した部分をレンズ系を用い投影面に 1 枚の画像として結像させるものである。

図 8 に示した実施例は F I B 鏡筒 1 と T E M 鏡筒 16 をある角度 (例えば 55°) で取り付けた形態とし、透過 F I B を検出する検出器と T E M 像を投影結像させるレンズと投影板をそれぞれの光学軸上に配置したものである。図中左側の実施例は透過 F I B 検出器として 2 次電子発生ターゲット 6 を用い、図中右側の実施例は透過 F I B 検出器として透過プローブ電流検出器 7 を用いたものである。A

に示した状態は試料ステージ30を水平状態において真上からの集束イオンビームをマスク3に照射し、その透過ビームを2次電子発生ターゲット6で受け、発生した2次電子を2次電子検出器5で検出してFIB透過像を得ているところである。図中Bの状態は試料ステージ30を傾斜させ試料面に対し垂直方向からの観察用電子ビーム15をマスク3に照射し、その透過ビームを透過電子ビーム拡大投影レンズ17を介し投影板18上でTEM像を得ているところである。

図中Cの状態は試料ステージ30を水平状態において真上からの集束イオンビーム2をマスク3に照射し、その透過ビームを透過プローブ電流検出器7で受け、検出した電流を微少電流計8で計測してFIB透過像を得ているところであり、図中Dの状態は試料ステージ30を傾斜させ試料面に対し垂直方向からの観察用電子ビーム15をマスク3に照射し、その透過ビームを透過電子ビーム拡大投影レンズ17を介し投影板18上でTEM像を得ているところである。

【0016】

【実施例7】

図9に示したものはFIB鏡筒1とTEM鏡筒16を所定間隔をあけて取り付けた形態のもので、透過FIBを検出する検出器とTEM像を投影結像させるレンズと投影板をそれぞれの光学軸上に配置したものである。図中左側の実施例は透過FIB検出器として2次電子発生ターゲット6を用い、図中右側の実施例は透過FIB検出器として透過プローブ電流検出器7を用いたものである。図中Aの状態は試料ステージ30をFIBの光学軸上において真上からの集束イオンビーム2をマスク3に照射し、その透過ビームを2次電子発生ターゲット6で受け、発生した2次電子を2次電子検出器5で検出してFIB透過像を得ているところである。図中Bの状態は試料ステージ30をEBの光学軸上に移動させて真上からの観察用電子ビーム15をマスク3に照射し、その透過ビームを透過電子ビーム拡大投影レンズ17を介し投影板18上でTEM像を得ているところである。

図中Cの状態は試料ステージ30をFIBの光学軸上において真上からの集束イオンビームをマスク3に照射し、その透過ビームを透過プローブ電流検出器7で受け、検出した電流を微少電流計8で計測してFIB透過像を得ているところであり、図中Dの状態は試料ステージ30をEBの光学軸上に移動させて真上から観

察用電子ビーム15をマスク3に照射し、その透過ビームを透過電子ビーム拡大投影レンズ17を介し投影板18上でTEM像を得ているところである。

図8と図9に示した実施例で用いられる投影板18には蛍光体が塗布された蛍光板を使用し観察用電子ビーム15が透過した部分の投影像を可視画像とし、それをビデオカメラによって撮像しディスプレイ上に表示することができる。

【0017】

【発明の効果】

本発明の微細ステンシル構造修正装置は、荷電粒子ビームを照射走査して、微細ステンシル構造試料の欠陥個所の形状をエッチング及び／又はデポジション機能によって修正する装置において、ビーム源から見て試料の後方に透過ビームを検出する手段を設置したものであるから、微細ステンシル構造の貫通穴を透過したビームの走査画像が得られ、これにより高アスペクト比の穴において、その深さ位置に関わり無くその3次元的な欠陥形状を観察把握することができる。

透過ビーム検出手段として、吸収電流検出器や2次電子を放出するビームターゲットと二次荷電粒子検出器を採用した本発明は、確実に微細ステンシル構造の貫通穴を透過したビームを捕えることができるので、所望の欠陥形状を鮮明に観察把握することができる。

加工用一次ビームの他に観察用一次ビームとして走査型透過電子顕微鏡機能を備えた本発明の微細ステンシル構造修正装置は、電子線による透過像を利用することで、より実際の使用条件に近い条件で欠陥形状の正確な判断が可能となるため、従来のような周辺部の類似パターンとの比較による修正形状の作成よりも正確な修正に必要な加工条件の設定が行える。このとき、電子ビームによるマスク透過イメージとマスク裏面SEMイメージ、及び、マスク表面のFIBによるSIMイメージを組み合わせ、より正確な3次元的な修正加工条件の設定が実現できる。また、イオンビームより試料に対するダメージの少ない電子顕微鏡による透過画像による観察ができ、しかも同じチャンバー内で観察ができるため煩雑な手間と時間が省け、また、装置間の試料の移動に伴いゴミ付着による新たな欠陥を生み出す恐れもない。

【0018】

本発明の微細ステンシル構造修正装置は、加工用一次ビームの他に観察用一次ビームとして透過型電子顕微鏡機能を備え、試料の後方に設置した透過ビームを検出する手段として微細ステンシル構造試料の透過穴を透過した透過電子を拡大投影するレンズ系と投影板を採用したことにより、イオンビームより試料に対するダメージの少ない透過型電子顕微鏡像として、高アスペクト比の穴の深さ位置に関わり無くその3次元的な欠陥形状を観察把握することができる。

本発明の微細ステンシル構造修正装置は、試料が貫通穴構造であることを踏まえ、加工用一次ビームの荷電粒子鏡筒と観察用一次ビームの電子鏡筒とを微細ステンシル構造試料を挟んで対向配置したことにより、ステージ上の試料を移動させることなく修正加工と検査が交互に行えるので、作業に位置合わせ等の煩雑な手間と時間が省け、また、試料の移動に伴いゴミ付着による新たな欠陥を生み出す恐れもない。そして、不使用時には退避可能形態で設置したので、互いの透過ビーム検出器が他方のビーム照射の障害とならないだけでなく、使用時の位置のある透過ビーム検出器は他のビーム鏡筒へビームの直接照射がなされないためのシャッターとして機能する。

試料の後方に設置した透過ビームを検出する手段が、吸収電流検出器と2次電子を放出するビームターゲット機能を切替え可能にするものである本発明の微細ステンシル構造修正装置は単純でコンパクトな構成で2種類の透過画像を得ることができる。更に、吸収電流検出器と2次電子を放出するビームターゲット機能の機能切替えと他のビーム放射の障害とならないための3つの位置をとるようにした本発明の微細ステンシル構造修正装置は対向位置にEB鏡筒を配置することが可能で、コンパクトな構成で多機能な装置が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の基本構成を示した図で、Aは透過ビーム検出器として2次電子発生用ターゲットを用いた例、Bはプローブ電流検出器を用いた例である。

【図2】

本発明が対象とする高アスペクト比の電子ビーム露光用マスクの貫通構造における欠陥部位置と観察像の関係を説明する図である。

【図 3】

対向位置に F I B 鏡筒と E B 鏡筒を配置した本発明の 1 実施例を示す図で、透過 F I B 検出器として 2 次電子発生用ターゲットを用いた例である。

【図 4】

対向位置に F I B 鏡筒と E B 鏡筒を配置した本発明の 1 実施例を示す図で、透過 F I B 検出器としてプローブ電流検出器を用いた例である。

【図 5】

対向位置に F I B 鏡筒と E B 鏡筒を配置し、透過 F I B 検出器として 2 次電子発生用ターゲットとプローブ電流検出器の機能をもつものを採用した実施例において、切替え機能と退避状態を説明する図である。

【図 6】

所定角度で F I B 鏡筒と E B 鏡筒を配置し、透過ビーム検出器として 2 次電子発生用ターゲットまたはプローブ電流検出器を採用した実施例を説明する図である。

【図 7】

所定間隔で F I B 鏡筒と E B 鏡筒を平行配置し、透過ビーム検出器として 2 次電子発生用ターゲットまたはプローブ電流検出器を採用した実施例を説明する図である。

【図 8】

所定角度で F I B 鏡筒と T E M 鏡筒を配置し、透過電子検出器としてレンズ系と投影板を備えると共に、透過 F I B 検出器として 2 次電子発生用ターゲットまたはプローブ電流検出器を採用した実施例を説明する図である。

【図 9】

所定間隔で F I B 鏡筒と T E M 鏡筒を平行配置し、透過電子検出器としてレンズ系と投影板を備えると共に、透過 F I B 検出器として 2 次電子発生用ターゲットまたはプローブ電流検出器を採用した実施例を説明する図である。

【図 10】

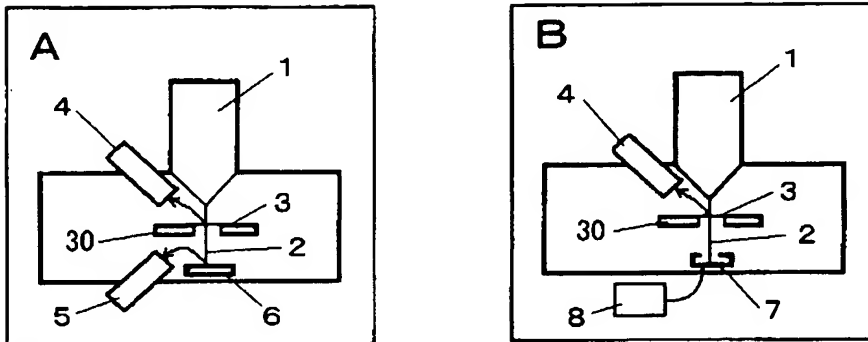
従来の F I M-S E M デュアル装置の構成を説明する図である。

【符号の説明】

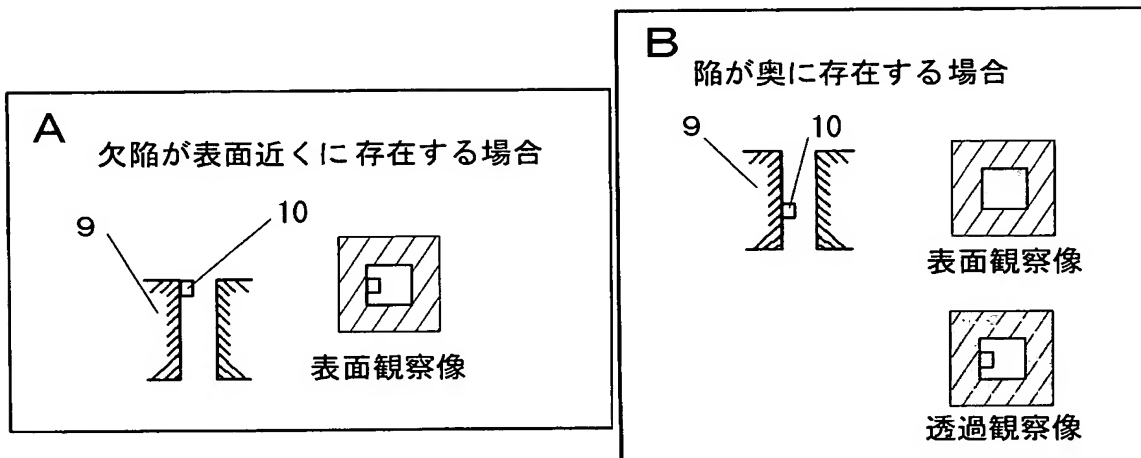
- 1：集束イオンビーム鏡筒（FIB鏡筒）
- 2：加工・観察用一次ビーム（FIB）
- 3：電子ビーム露光用マスク（試料）
- 4：二次電子検出器（表面観察像用）
- 5：二次電子検出器（透過観察像用）
- 6：二次電子発生用ターゲット（FIB鏡筒用）
- 7：透過プローブ電流検出器
- 8：微少電流計（FIB鏡筒用）
- 9：電子ビーム露光用マスク断面拡大
- 10：欠陥
- 11：走査電子顕微鏡鏡筒（SEM鏡筒）
- 12：二次電子発生用ターゲット（SEM鏡筒用）
- 13：微少電流計（SEM鏡筒用）
- 14：二次電子発生用ターゲット兼透過プローブ電流検出器（SEM鏡筒用）
- 15：観察用一次ビーム（電子ビーム）
- 16：透過電子顕微鏡鏡筒（TEM鏡筒）
- 17：透過電子ビーム拡大投影レンズ
- 18：投影板
- 30：試料ステージ

【書類名】 図面

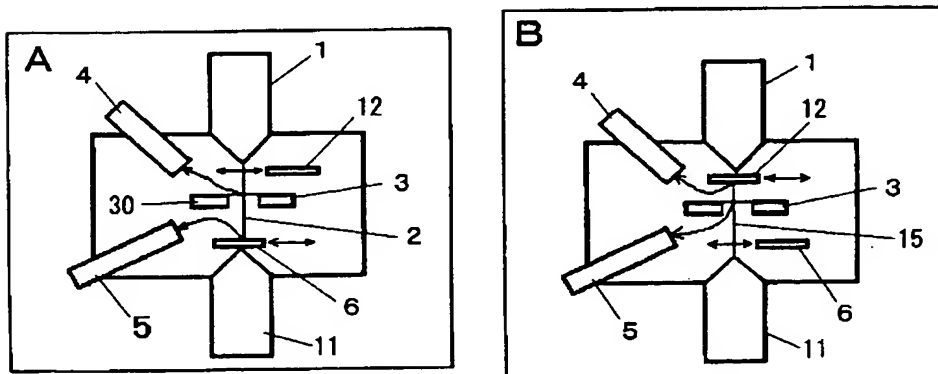
【図 1】



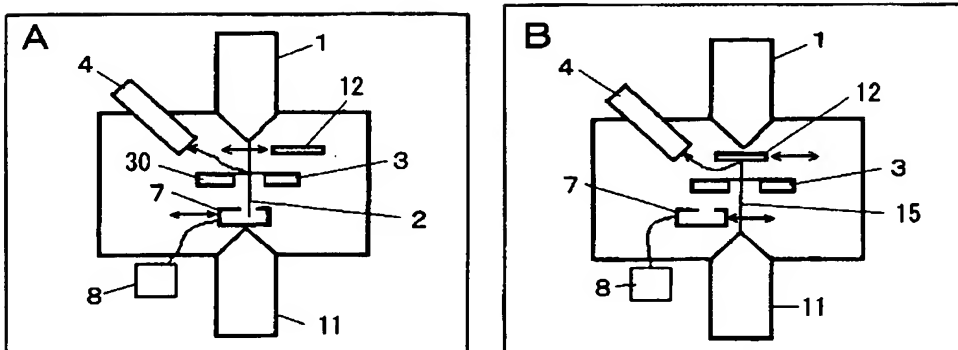
【図 2】



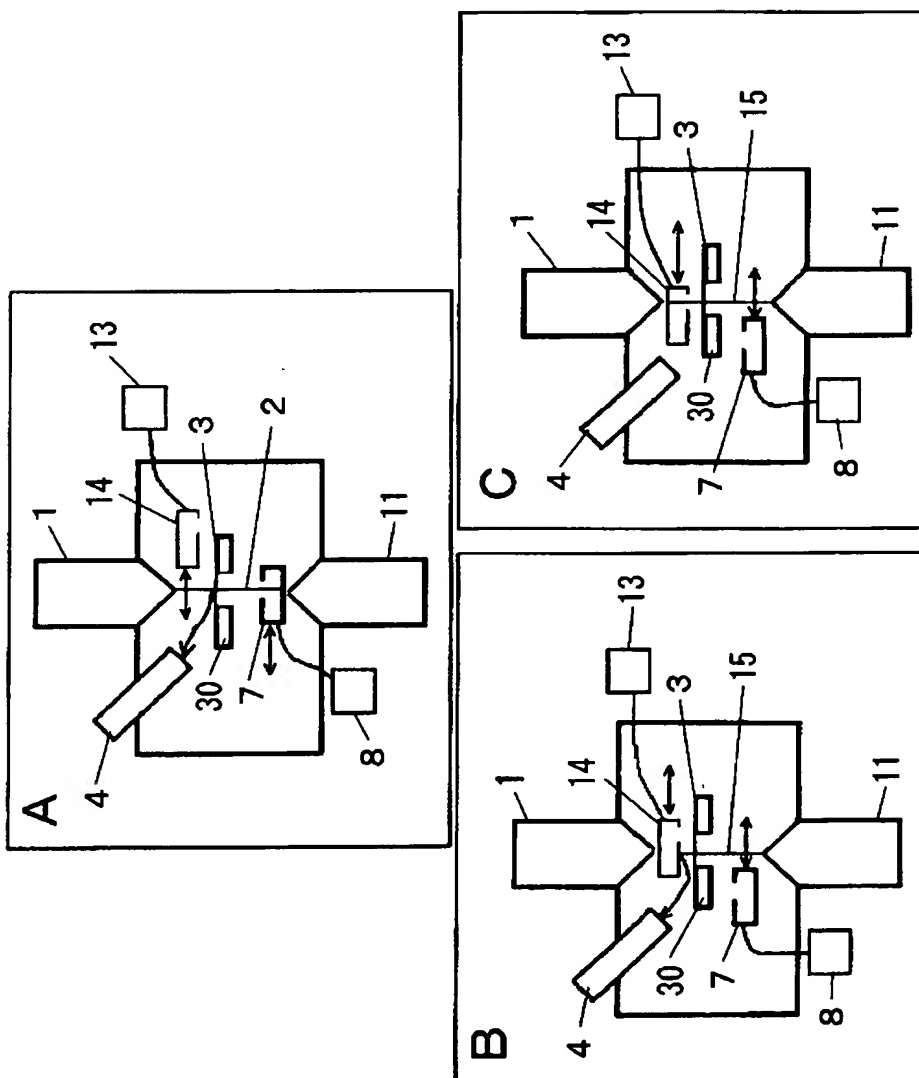
【図 3】



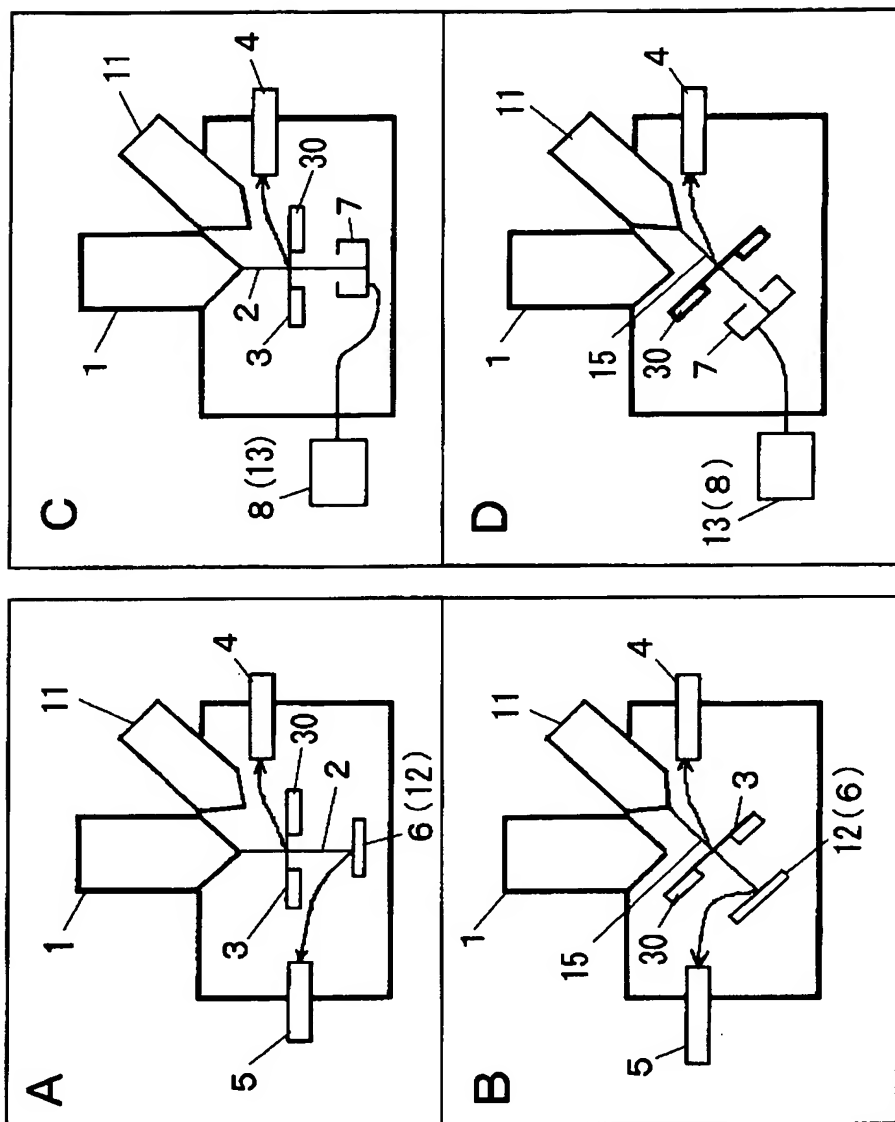
【図 4】



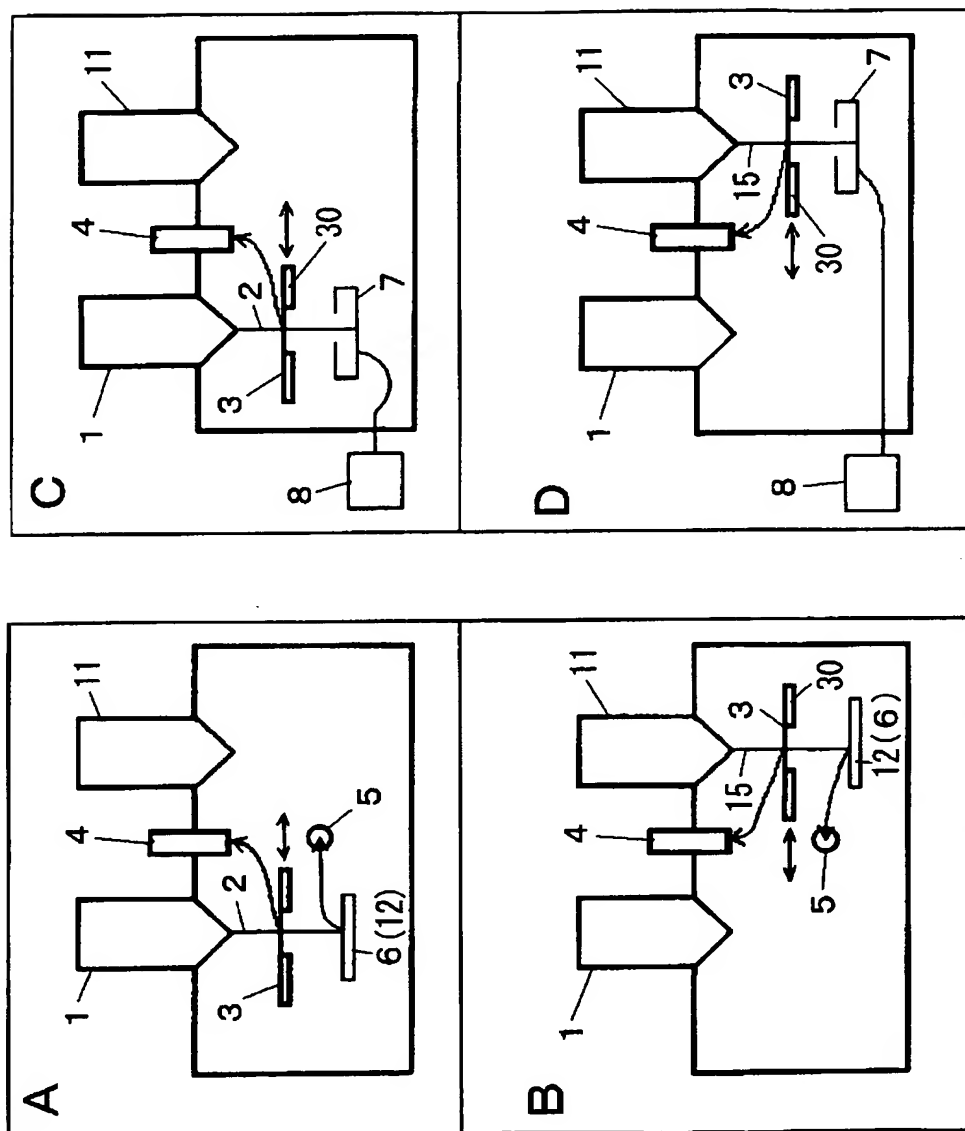
【図 5】



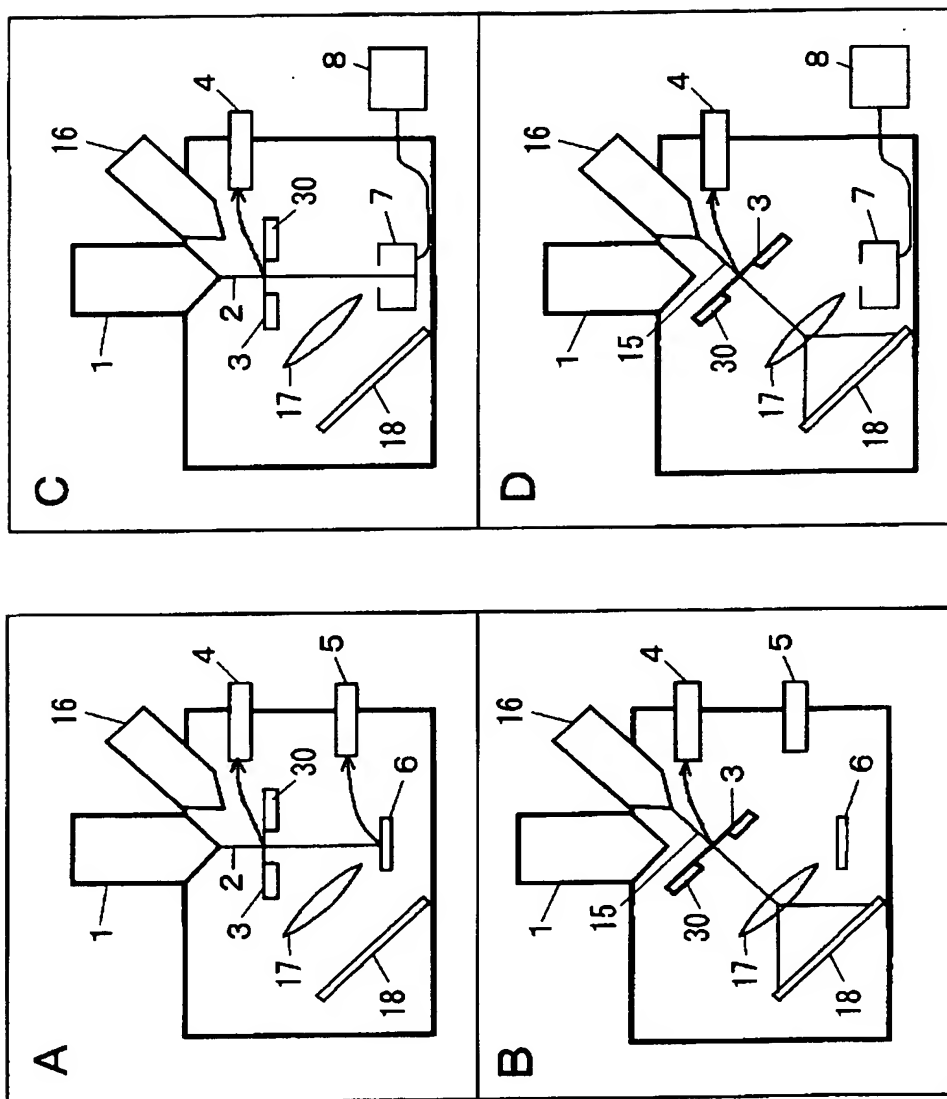
【図 6】



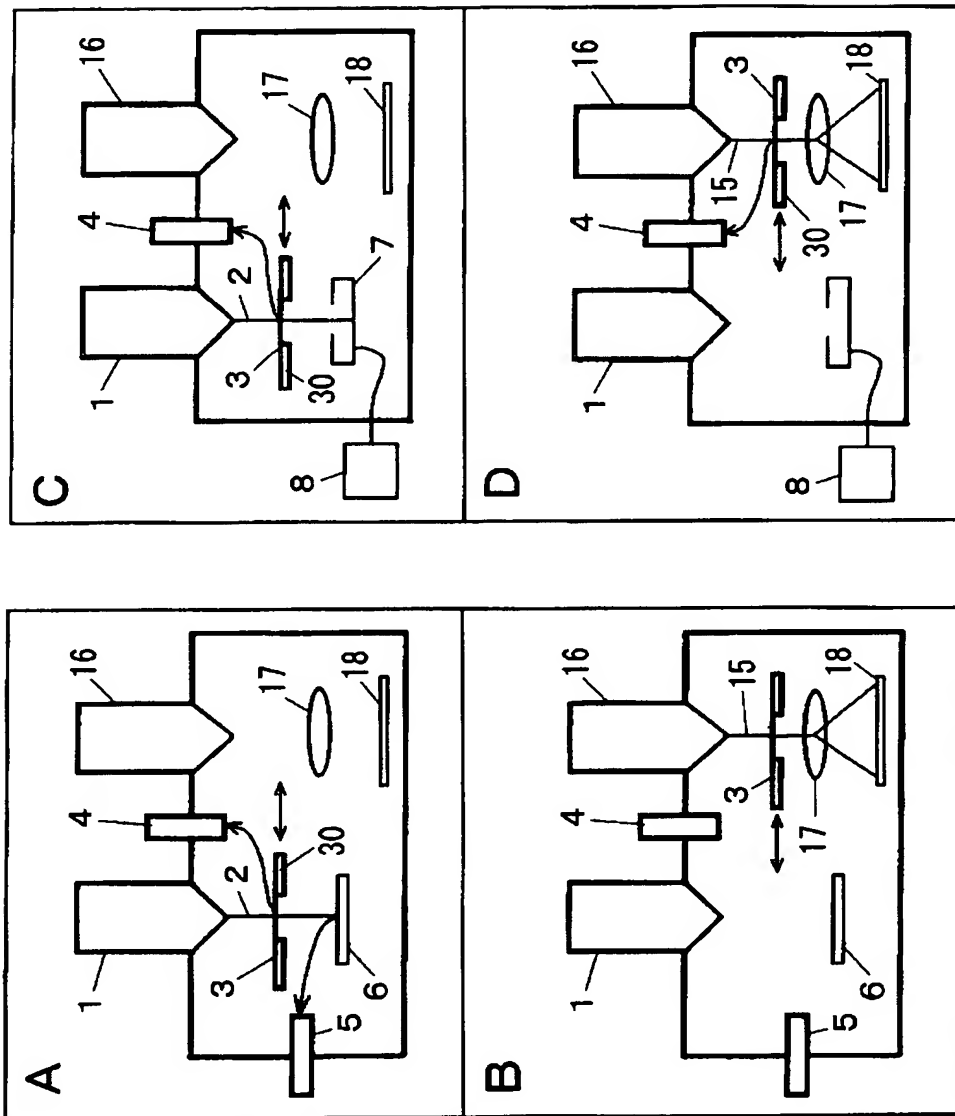
【図 7】



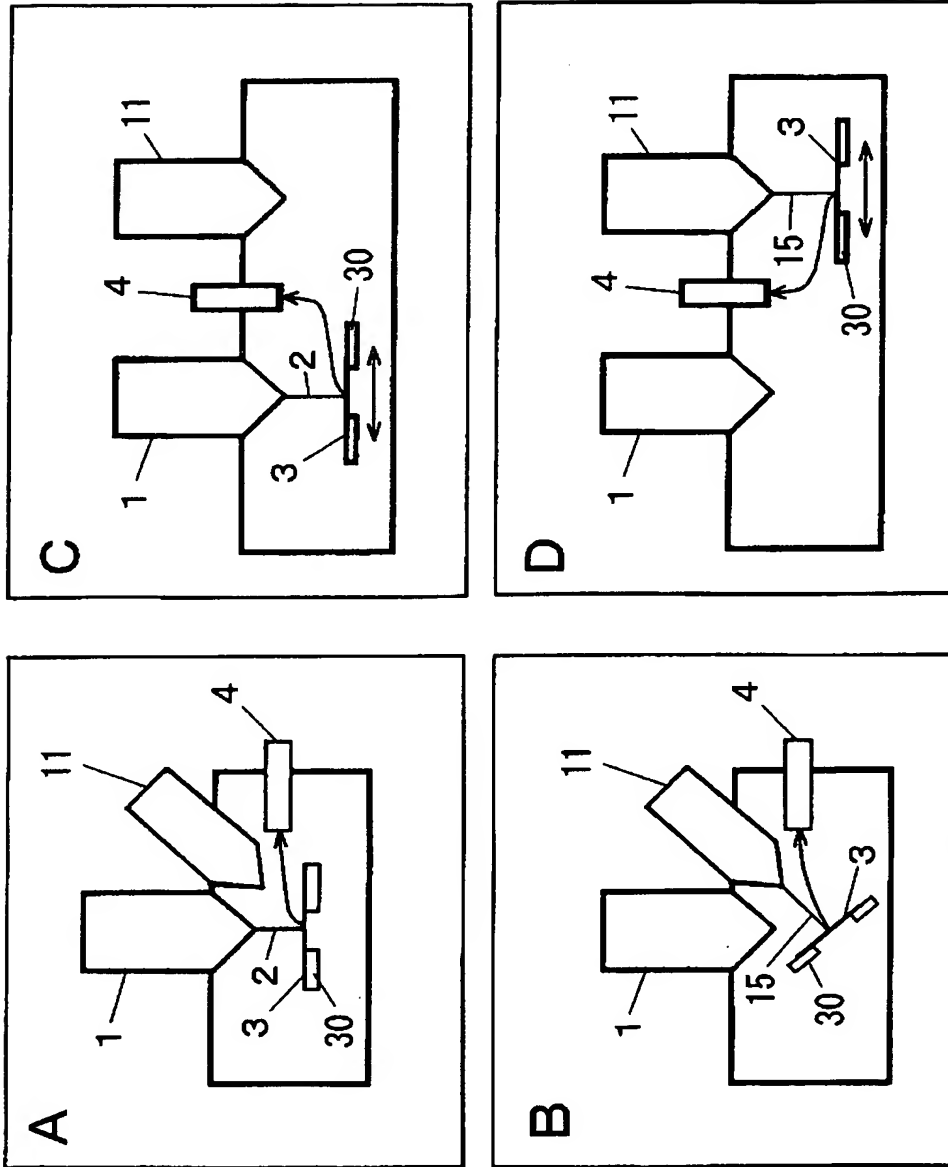
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明の課題は、微細ステンシル構造の電子ビーム露光用マスクにおける欠陥を修正加工するだけで無く、開口部の表面から奥深い部分にある欠陥部分を顕微鏡像に捕え観察することができる集束イオンビーム装置を提供することにある。

【解決手段】 本発明の微細ステンシル構造修正装置は荷電粒子ビームを照射走査して、微細ステンシル構造試料の欠陥個所の形状をエッチング及び／又はデポジション機能によって修正する装置において、ビーム源から見て試料の後方に透過ビームを検出する手段を配置するようにしたものであって、当該検出手段として吸収電流検出器や透過ビームターゲットと二次荷電粒子検出器の組合せを採用するものである。

【選択図】 図 1

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）
【整理番号】 02000539
【提出日】 平成16年 5月26日
【あて先】 特許庁長官 殿
【事件の表示】
 【出願番号】 特願2002-195065
【承継人】
 【識別番号】 503460323
 【氏名又は名称】 エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社
 【代表者】 船本 宏幸
【承継人代理人】
 【識別番号】 100079212
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 松下 義治
【提出物件の目録】
 【包括委任状番号】 0401441
 【物件名】 承継人であることを証する書面 2
 【援用の表示】 承継人であることを証する書面（承継証明書）は同日付提出の平成5年特許願第040318号の出願人名義変更届（手続補足書）に添付されたものを、登記簿謄本は平成16年1月20日付提出の平成10年074663号の出願人名義変更届（手続補足書）に添付のものを援用致します。

特願 2 0 0 2 - 1 9 5 0 6 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 3 2 5]

1. 変更年月日	1 9 9 7 年 7 月 2 3 日
[変更理由]	名称変更
住 所	千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地
氏 名	セイコーインスツルメンツ株式会社

特願 2 0 0 2 - 1 9 5 0 6 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 0 3 4 6 0 3 2 3]

1. 変更年月日	2 0 0 3 年 1 2 月 1 5 日
[変更理由]	新規登録
住 所	千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地
氏 名	エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社